

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| 51) Int. Cl. | (11) 공개번호   | 특2000-0067709 |
| H04B 7/02    | (43) 공개일자   | 2000년11월25일   |
| 21) 출원번호     | 10-1999-0015722   |               |
| 22) 출원일자     | 1999년04월30일   |               |
| 71) 출원인      | 엘지정보통신 주식회사, 서평원<br>대한민국<br>150010<br>서울특별시 강남구 역삼동 679 |               |
| 72) 발명자      | 송영준<br>대한민국<br>120-092<br>서울특별시서대문구홍제2동성원아파트102동102호    |               |
| (74) 대리인     | 강용복<br>김용인  |               |
| (77) 심사청구    | 있음  |               |
| (54) 출원명     | 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법                               |               |

## 요약

차세대 이동 통신 시스템에 있어서, 특히 광대역 코드 분할 다중 접속 방식(W-CDMA)을 이용하는 차세대 이동 통신 시스템의 하향 링크(Downlink)에서 시공간 전송 다이버시티(STTD : Space Time Transmit Diversity)를 고려한 최적의 파일럿 심볼 패턴을 사용하여 프레임 동기를 이루는 방법에 관한 것으로, 복수개의 전송 다이버시티 안테나를 사용하는 통신 시스템에서, 각각의 상관 처리 주기 동안 서로 다른 극성인 이중의 최대 상관값을 나타내며 상이 최대 상관값이 나타나는 지점을 제외한 나머지 상관 처리 주기에서 서로 상쇄되는 상관 특성을 나타내는 복수개의 파일럿 심볼 패턴을 이용하여 통신 링크상의 무선 프레임에 대한 동기를 확인하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법에 관한 것이다.

## 개표도

## 도6

## 색인어

전용 물리 채널(DPCH), 전용 물리 데이터 채널(DPDCH), 전용 물리 제어 채널(DPCCH), 공통 제어 물리 채널(CCPCH), 3세대 공동 프로젝트(Third Generation Partnership Project)

## 명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1 은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)의 구조를 나타낸 도면.

도 2 는 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)에 대한 확산 및 스크램블을 위한 장치 구성을 나타낸 도면.

도 3 은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 STTD 트랜스미터(Transmitter)의 구조를 나타낸 블록구성도.

도 4 는 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 STTD 트랜스미터(Transmitter)의 STTD 인코딩 원리를 설명하기 위한 도면.

도 5 는 본 발명에 따른 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 파일럿 심볼을 이용하는 프레임 동기를 위한 상관 처리 장치의 구성을 나타낸 도면.

도 6 은 본 발명에 따른 프레임 동기를 위한 하향 링크의 파일럿 심볼 패턴을 이용한 상관 결과를 나타낸 도면.

도 7 은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 1차 공통 제어 물리 채널(primary CCPCH)의 구조를 나타낸 도면.

도 8 은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 2차 공통 제어 물리 채널(secondary CCPCH)의 구조를 나타낸 도면.

도 9 는 본 발명에 따른 파일럿 심볼 패턴의 상관 처리 결과를 비교한 그래프.

도 10 은 본 발명의 파일럿 심볼 패턴을 사용함에 따른 성능 비교를 나타낸 그래프.

도면의 주요 부분에 대한 부호 설명\*

20 : 채널 인코더(channel encoder) 21 : 레이트 정합부(rate matching)

22 : 인터리버(interleaver) 23 : 제1 다중화부

24 : STTD 인코더 25 : 제2 다중화부

26 : 제1 전송 안테나( $T_x$  Antenna1) 27 : 제2 전송 안테나( $T_x$  Antenna2)

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 차세대 이동 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 광대역 코드 분할 다중 접속 방식(이하, W-CDMA 라 약칭함)을 이용하는 차세대 이동 통신 시스템의 하향 링크(Downlink)에서 스페이스 타임 전송 다이버시티(Space Time Transmit Diversity; 이하, STTD 라 약칭함)를 고려한 최적의 파일럿 심볼 패턴을 사용하여 프레임 동기화를 이루는 방법에 관한 것이다.

최근 일본의 ARIB, 유럽의 ETSI, 미국의 T1, 한국의 TTA 및 일본의 TTC는 음성, 영상 및 데이터와 같은 멀티미디어를 서비스하는 기존 이동 통신 세계화 시스템(GSM: Global System for Mobile Communications)의 코어 네트워크와 무선 접속 기술을 기본으로 한 보다 진화된 차세대 이동 통신 시스템을 구상하였다.

진화된 차세대 이동 통신 시스템에 대한 기술적인 명세를 제시하기 위하여 이들은 공동 연구에 동의하였으며, 이를 위한 프로젝트를 3세대 공동 프로젝트(Third Generation Partnership Project; 이하, 3GPP 라 약칭함)라 하였다.

3GPP는 크게 다음의 세 가지 기술 연구 영역을 포함한다.

첫째, 3GPP 시스템 및 서비스 부문이다. 이는 3GPP 명세를 근거로 한 시스템의 구조 및 서비스 능력에 대한 연구를 하는 부문이다.

둘째, 범지구 무선 접속 네트워크(UTRAN: Universal Terrestrial Radio Access Network)에 대한 연구 부문이다. 여기서 범지구 무선 접속 네트워크(UTRAN)는 주파수 분할 듀플렉스(FDD: Frequency Division Duplex) 모드에 따르는 W-CDMA와 시간 분할 듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 모드에 따르는 TD-CDMA를 적용한 무선 접속 네트워크(RAN: Radio Access Network)이다.

셋째, 2세대의 이동 통신 세계화 시스템(GSM)에서 진화되어 이동성 관리 및 전세계적 로밍(Global roaming)과 같은 3세대 네트워킹 능력을 갖는 코어 네트워크(Core network)에 대한 연구 부문이다.

상기한 3GPP의 기술 연구 부문들 중에서 범지구 무선 접속 네트워크(UTRAN)에 대한 연구 부문에서는 전송 채널(Transport channel)과 물리 채널(Physical channel)에 대한 정의 및 이에 대한 설명을 기술하고 있다.

물리 채널에는 상향 링크 및 하향 링크에 전용 물리 채널(DPCH: Dedicated Physical Channel)을 사용하며, 이 전용 물리 채널(DPCH)은 일반적으로 슈퍼 프레임(Superframes), 무선 프레임(Radio frames) 및 타임 슬롯(Timeslots)의 3개의 계층 구조로 이루어진다.

3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에서는 슈퍼 프레임(Superframe)을 720ms 주기를 갖는 최대 프레임 단위로 규정하고 있으며, 시스템 프레임수에서 볼 때 하나의 슈퍼 프레임은 72개의 무선 프레임으로 구성된다.

무선 프레임은 16개의 타임 슬롯으로 구성되며, 각 타임 슬롯은 전용 물리 채널(DPCH)에 따른 해당 정보 비트들을 갖는 필드들로 구성된다.

도 1은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)의 구조를 나타낸 도면이다.

여기서 주목할 점은 상향 링크의 전용 물리 채널(DPCH)에서는 16Ksps의 고정 레이트(Fixed Rate)이므로, 파일럿 비트(또는 심볼)수가 6비트 혹은 8비트이다.

그러나, 하향 링크의 전용 물리 채널(DPCH)에서는 가변 레이트(Variable Rate)이므로, 다음에 설명할 표 1과 같은 파일럿 심볼 패턴을 갖는다.

도 1에서 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)은 상향 링크 전용 물리 채널(DPCH)과 같이 전용 물리 데이터 채널(DPDCH)과 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 두 가지 타입을 갖는다.

이들 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH) 중에서 전용 물리 데이터 채널(DPDCH)은 전용 데이터를 전달하기 위한 것이며, 나머지 전용 물리 제어 채널(DPCCH)은 제어 정보를 전달하기 위한 것이다.

제어 정보를 전달하는 전용 물리 제어 채널(DPCCH)은 전송 포맷 결합 표시자 필드(TFCI)(10), 전송 전력 제어 필드(TPC)(12) 및 파일럿 필드(Pilot)(14)와 같은 여러 개의 필드로 구성된다.

이들 중에서 파일럿 필드(Pilot)(14)에는 코히어런트 검출(Coherent detection)을 위한 채널 추정(channel estimation)을 지원하는 파일럿 심볼이 포함되어 있다.

표 1)

| 심볼<br>레이트 | 8Ksps |    | 16,32,64,128<br>Ksps |    |    |    | 256,512,1024Ksps |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-------|----|----------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 심볼#       | 0     | 1  | 0                    | 1  | 2  | 3  | 0                | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 슬롯#1      | 11    | 11 | 11                   | 11 | 11 | 01 | 11               | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#2      | 11    | 11 | 11                   | 11 | 11 | 01 | 11               | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 01 |
| 슬롯#3      | 11    | 10 | 11                   | 01 | 11 | 01 | 11               | 10 | 11 | 01 | 11 | 11 | 11 | 01 |
| 슬롯#4      | 11    | 01 | 11                   | 10 | 11 | 01 | 11               | 11 | 11 | 01 | 11 | 00 | 11 | 10 |
| 슬롯#5      | 11    | 10 | 11                   | 10 | 11 | 01 | 11               | 11 | 11 | 00 | 11 | 01 | 11 | 10 |
| 슬롯#6      | 11    | 10 | 11                   | 10 | 11 | 11 | 11               | 11 | 11 | 01 | 11 | 01 | 11 | 10 |
| 슬롯#7      | 11    | 01 | 11                   | 01 | 11 | 00 | 11               | 10 | 11 | 11 | 11 | 01 | 11 | 10 |
| 슬롯#8      | 11    | 00 | 11                   | 10 | 11 | 01 | 11               | 01 | 11 | 00 | 11 | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#9      | 11    | 00 | 11                   | 11 | 11 | 00 | 11               | 11 | 11 | 10 | 11 | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#10     | 11    | 10 | 11                   | 01 | 11 | 01 | 11               | 01 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 00 |
| 슬롯#11     | 11    | 10 | 11                   | 11 | 11 | 10 | 11               | 10 | 11 | 10 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#12     | 11    | 11 | 11                   | 01 | 11 | 01 | 11               | 01 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#13     | 11    | 10 | 11                   | 00 | 11 | 01 | 11               | 10 | 11 | 01 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#14     | 11    | 11 | 11                   | 10 | 11 | 00 | 11               | 00 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#15     | 11    | 00 | 11                   | 01 | 11 | 00 | 11               | 01 | 11 | 10 | 11 | 00 | 11 | 00 |
| 슬롯#16     | 11    | 00 | 11                   | 00 | 11 | 00 | 11               | 10 | 11 | 00 | 11 | 00 | 11 | 00 |

표 1은 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 포함된 파일럿 심볼의 패턴을 나타낸 것으로, 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 각각 다른 심볼 레이트에 따라 나눈 것이다.

상기 표 1에서 하향 링크의 프레임 동기화 사용되는 파일럿 심볼은 각 심볼 레이트의 전체 파일럿 심볼 중 음영 부분만이 프레임 동기를 위해 사용되는 것이며, 이를 제외한 다른 부분의 파일럿 심볼은 "1"의 값을 갖는다.

즉, 심볼 레이트가 16,32,64,128Ksps인 경우의 예를 들면, 심볼#1과 심볼#30이 프레임 동기화에 사용된다는 것이며, 따라서 한 슬롯당 프레임 동기를 위해 사용되는 파일럿 심볼은 4개이므로, 결국 하나의 무선 프레임에서는 프레임 동기를 위해 64개의 파일럿 심볼을 사용하게 된다.

도 2는 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)에 대한 확산 및 스크램블을 위한 장치 구성을 나타낸 도면이다.

도 2의 장치 구성은 하향 링크의 전용 물리 채널(DPCH)과 공통 제어 물리 채널(CCPCH : Common Control Physical Channel)에 대한 확산 및 스크램블을 위한 장치 구성이다.

여기서는 직교 위상 편이 변조(Quadrature Phase Shift Keying : 이하, QPSK 라 약칭함)가 수행되며, 두 채널의 심볼쌍은 직병렬(Serial to Parallel) 변환된 후 각각 I채널 지류와 Q채널 지류로 맵핑된다.

확산(spreading)은 각 채널 지류를 통하는 모든 심볼을 다수의 칩으로 전환시키는 작업으로, I채널 지류와 Q채널 지류는 각각 두 개의 동일한 채널화 코드( $C_{ch}$ )에 따른 칩률(Chip Rate)로 확산되며, 확산된 이들 두 채널 지류는 합산되어 다시 특정한 복소 스크램블 코드(Complex Scrambling Code)인  $C_{scramb}$ 에 의해 복소 스크램블 된다.

이후 실수부분(Real)과 허수부분(Imag)으로 분리되어 각각의 반송파에 실려 전송되는데, 서로 다른 물리 채널들은 서로 다른 채널화 코드를 사용하여 반해 스크램블 코드는 한 셀의 모든 물리 채널에 대해 동일한 코드를 사용한다.

지금까지 설명한 확산과 스크램블을 거친 하향 링크의 전용 물리 채널(DPCH)은 수신측에 전달되어, 데이터 및 여러 제어 정보를 제공한다.

특히 수신측에서는 프레임 동기를 위해 수신된 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 파일럿 필드에 포함된 파일럿 심볼을 사용한다.

프레임 동기를 위해서는 파일럿 심볼을 이용하여 상관 처리를 수행해야 하는데, 상기한 표 1에 나타난 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 하향 링크의 파일럿 심볼을 사용하여 상관 처리를 수행할 경우에는 최적의 프레임 동기를 실현할 수 없다.

보다 상세하게 설명하자면, 상기한 표 1에 나타난 파일럿 심볼을 사용하여 상관 처리를 수행할 경우, 한 번의 상관 주기에서 'N' 파일럿 심볼을 갖는 무선 프레임에 대한 상관 처리 결과가 ' $\tau=0$ '인 지점에서 최대값을 갖고, ' $\tau=N/2$ '인 지점에서 극성이 다른 최대값을 갖기 때문에 비교적 양은 없었다.

따라서, ' $\tau=0$ '과 ' $\tau=N/2$ ' 지점에서 서로 다른 극성이면서 서로 크기가 같은 상관 처리 결과를 얻어 낼 수 있으며, 사이드로브(Sidelobe)에서 최소의 상관 결과값을 갖는 최적의 파일럿 심볼이 요구되고, 이러한 최적의 파일럿 심볼을 이용한 보다 빠르고 정확한 프레임 동기화가 요구된다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 상기한 점을 감안하여 안출한 것으로, 차세대 이동 통신 시스템의 하향 링크에서 최적의 프레임 동기를 수행할 수 있도록 STTD를 고려한 새로운 파일럿 심볼 패턴을 제공하며, 이 새로운 파일럿 심볼 패턴을 이용한 상관 처리 결과에 따라 보다 빠르고 정확한 프레임 동기를 이루는 방법을 제공하는데 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법의 특징은, 복수개의 전송 다이버시티 안테나를 사용하는 통신 시스템에서, 각각의 상관 처리 주기 동안 서로 다른 극성인 이중의 최대 상관값을 나타내며 상기 최대 상관값이 나타나는 지점을 제외한 나머지 상관 처리 주기에서 서로 상쇄되는 상관 특성을 나타내는 복수개의 파일럿 심볼 패턴을 이용하여 통신 링크상의 무선 프레임에 대해 동기를 확인한다는 것이다.

바람직하게는, 상기 복수개의 파일럿 심볼 패턴이 전송 다이버시티를 고려하여 하향 링크 전용 물리 채널에 대한 프레임 동기화에 이용되며, 전송 다이버시티를 고려한 파일럿 심볼 패턴은 공간적 또는 시간적 블록 코딩이 적용된다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법의 또다른 특징은, 전송 다중화를 기본으로 하는 하향 링크 채널을 통해 수신된 옵션 정보를 이용하여 초기 프레임 동기를 획득하는 단계와, 전송 다중화를 고려한 미리 설정된 파일럿 시퀀스를 이용하여 상기 획득한 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 단계와, 상기 확인 결과에 따라 상기 프레임 동기를 최종 확정하는 단계를 포함하여 이루어진다는 것이다.

바람직하게는, 상기 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 단계에서, 프레임 동기가 어긋났다고 판단될 경우, 상기 초기 프레임 동기 획득 단계를 다시 수행하며, 또한 상기 최종 프레임 동기 확정 단계 이후 수신되는 각 프레임 단위로 상기 프레임 동기 확인 절차를 반복적으로 수행하게 된다.

또한, 상기 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 단계가, 상기 파일럿 시퀀스를 사용한 상관 처리 결과를 관찰하여 프레임 동기의 성공 여부를 확인하게 되며, 이 때 상기 상관 처리 결과가 상관 처리 주기의 시작 지점과 중간 지점에서 서로 다른 극성의 최대 상관값을 나타내며, 동시에 이들 지점을 제외한 사이드로브에서는 "0"의 상관값을 나타낼 경우에 프레임 동기 성공으로 판단하게 된다.

#### 발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명에 따른 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법에 대한 바람직한 일 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에서는 하향 링크 물리 채널의 전송 다이버시티(Transmit Diversity)를 언급하고 있는데, 서로 다른 하향 링크 물리 채널상에서 개방 루프 전송 다이버시티와 폐쇄 루프 전송 다이버시티가 응용된다는 것이다.

여기서 개방 루프 전송 다이버시티에는 공간적 또는 시간적 블록 코딩을 기본으로 하는 STTD를 사용한다.

본 발명에서는 이러한 STTD를 고려하여 하향 링크의 새로운 파일럿 패턴을 제안하며, 제안된 새로운 파일럿 패턴을 이용한 프레임 동기 절차에 대해 설명한다.

특히, 본 발명에서는 하향 링크 전용 물리 채널(Downlink DPCH) 및 공통 제어 물리 채널(CCPCH)에서 본 발명의 파일럿 패턴을 사용하여 프레임 동기를 이루는 절차를 설명한다.

도 3은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 STTD 트랜스미터(Transmitter)의 구조를 나타낸 블록구성도이다.

도 3을 참조하면, 도시된 STTD 트랜스미터는 개방 루프 전송 다이버시티를 위한 것이다.

이 STTD 트랜스미터로 입력되는 데이터는 일단 난-다이버시티 모드(non-diversity mode)에서 다음과 같은 블록을 거치게 되는데, 채널 엔코더(20)에 의한 채널 코딩(Channel coding), 레이트 정합부(21)에 의한 레이트 정합(rate matching) 및 인터리버(Interleaver)(22)에 의한 인터리빙(interleaving)이 수행된 후 제1 다중화부(23)에 입력된다.

제1 다중화부(23)는 최종 인터리빙된 데이터, 전송 포맷 결합 표시자 비트(TFCI) 및 전송 전력 제어 비트(TPC)를 다중화한다.

STTD 엔코더(24)는 다음의 도 4에 도시된 원리를 이용하여 제1 전송 안테나(26) 및 제2 전송 안테나(27)를 통해 각각 전송될 데이터 패턴을 제2 다중화부(25)로 출력한다. 다시 말하자면 제2 다중화부(25)로는 QPSK에 의한 심볼(S1,S2)이 입력되며 또한 이들 심볼(S1,S2)과 직교성을 갖도록 생성된 심볼(-S2\*,S1\*)이 입력된다는 것이다.

도 4는 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 STTD 트랜스미터(Transmitter)의 STTD 엔코딩 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 4를 참조하여 STTD 엔코딩 원리의 일 예를 들면, 먼저 STTD 엔코더(24)에 입력되는 QPSK 심볼이 첫 번째 심볼 구간(0~T)에서 "S1 = 1 1", 두 번째 심볼 구간(T~2T)에서 "S2 = 1 0" 이라 하자.

이 때 STTD 엔코더(24)에서 이들 QPSK 심볼과 각각 직교성을 갖도록 생성되는 심볼은 각각 첫 번째 심볼 구간(0~T)에서 "0 0", 두 번째 심볼 구간(T~2T)에서 "1 0" 이 된다.

이렇게 STTD 엔코딩 원리에 의해 생성된 심볼들은 다음과 같은 특성을 갖는다.

첫 번째 심볼 구간(0~T)에서 생성된 심볼 "0 0"은 STTD 엔코더(24)에 입력된 두 번째 심볼 구간(T~2T)의 QPSK 심볼(S2)을 변환한 것이며, 두 번째 심볼 구간(T~2T)에서 생성된 심볼 "1 0"은 STTD 엔코더(24)에 입력된 첫 번째 심볼 구간(0~T)의 QPSK 심볼(S1)을 변환한 것이다.

간단히 말하자면, STTD 엔코딩 원리에 의해 쉬프팅, 보수 및 변환 처리를 거쳐 심볼 "-S2\*,S1\*"가 각 심볼 구간에서 생성된다는 것이다.

결국 이들 심볼 "-S2\*,S1\*" = 0 0, 1 0과 STTD 엔코더(24)에 입력된 QPSK 심볼(S1,S2 = 1 1, 1 0)의 상관값은 "0"이 되므로, 서로 직교성을 갖는다.

또한 제2 다중화부(25)에는 다음의 표 2에 나타낸 파일럿 심볼 패턴 및 표 2에 나타낸 파일럿 심볼 채널과 직교성을 갖는 파일럿 심볼 패턴(표 3)이 입력된다.

이는 STTD 엔코더(24)로부터 제2 다중화부(25)에 입력되는 데이터 패턴이 STTD를 고려한 것이므로, 표 4에 나타낸 파일럿 심볼 패턴도 또한 표 2의 파일럿 심볼 패턴을 STTD 엔코딩 원리에 적용시켜 생성한 것이다.

무선 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)과 하향 링크 전용 물리 데이터 채널(DPDCH)에 대한 여러 채널 정보를 표 2에 나타내었다.

표 2]

| 채널 비트<br>레이트(K<br>bps) | 채널 심볼<br>레이트(K<br>sps) | 확산 인자(<br>Spreading Factor) | 프레임당 비트수(bits/frame) |       |       | 슬롯당 비트<br>수(bits<br>/slots) | DPDCH의 슬롯당 비트<br>수(bits/slots) |                           | DPCCH의 슬롯당 비트<br>수(bits/slots) |                  |                    |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-------|-------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|
|                        |                        |                             | DPDCH                | DPCCH | 합계    |                             | 데이터1(N <sub>data1</sub> )      | 데이터2(N <sub>data2</sub> ) | N <sub>TFCI</sub>              | N <sub>TPC</sub> | N <sub>pilot</sub> |
| 6                      | 8                      | 512                         | 64                   | 96    | 160   | 10                          | 2                              | 2                         | 0                              | 2                | 4                  |
| 16                     | 8                      | 512                         | 32                   | 128   | 160   | 10                          | 0                              | 2                         | 2                              | 2                | 4                  |
| 2                      | 16                     | 256                         | 160                  | 160   | 320   | 20                          | 2                              | 8                         | 0                              | 2                | 8                  |
| 2                      | 16                     | 256                         | 128                  | 192   | 320   | 20                          | 0                              | 8                         | 2                              | 2                | 8                  |
| 4                      | 32                     | 128                         | 480                  | 160   | 640   | 40                          | 6                              | 24                        | 0                              | 2                | 8                  |
| 4                      | 32                     | 128                         | 448                  | 192   | 640   | 40                          | 4                              | 24                        | 2                              | 2                | 8                  |
| 28                     | 64                     | 64                          | 960                  | 320   | 1280  | 80                          | 4                              | 56                        | 8                              | 4                | 8                  |
| 56                     | 128                    | 32                          | 2240                 | 320   | 2560  | 160                         | 20                             | 120                       | 8                              | 4                | 8                  |
| 512                    | 256                    | 16                          | 4608                 | 512   | 5120  | 320                         | 48                             | 240                       | 8                              | 8                | 16                 |
| 1024                   | 512                    | 8                           | 9728                 | 512   | 10240 | 640                         | 112                            | 496                       | 8                              | 8                | 16                 |
| 1048                   | 1024                   | 4                           | 19968                | 512   | 20480 | 1280                        | 240                            | 1008                      | 8                              | 8                | 16                 |

표 3은 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 포함된 파일럿 심볼의 패턴을 나타낸 것으로, 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 각각 다른 심볼 레이트에 따라 나눈 것이다.

표 3]

| 심볼<br>레이트 | 8Ksps |    | 16,32,64,128<br>Ksps |    |    |    | 256,512,1024Ksps |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-------|----|----------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 심볼#       | 0     | 1  | 0                    | 1  | 2  | 3  | 0                | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 슬롯#1      | 11    | 11 | 11                   | 11 | 11 | 10 | 11               | 11 | 11 | 10 | 11 | 11 | 11 | 01 |
| 슬롯#2      | 11    | 10 | 11                   | 10 | 11 | 11 | 11               | 10 | 11 | 11 | 11 | 01 | 11 | 11 |
| 슬롯#3      | 11    | 00 | 11                   | 00 | 11 | 01 | 11               | 00 | 11 | 01 | 11 | 11 | 11 | 01 |
| 슬롯#4      | 11    | 10 | 11                   | 10 | 11 | 11 | 11               | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#5      | 11    | 11 | 11                   | 11 | 11 | 10 | 11               | 11 | 11 | 10 | 11 | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#6      | 11    | 10 | 11                   | 10 | 11 | 11 | 11               | 10 | 11 | 11 | 11 | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#7      | 11    | 11 | 11                   | 11 | 11 | 01 | 11               | 11 | 11 | 01 | 11 | 00 | 11 | 10 |
| 슬롯#8      | 11    | 10 | 11                   | 10 | 11 | 00 | 11               | 10 | 11 | 00 | 11 | 01 | 11 | 11 |
| 슬롯#9      | 11    | 00 | 11                   | 00 | 11 | 01 | 11               | 00 | 11 | 01 | 11 | 00 | 11 | 10 |
| 슬롯#10     | 11    | 01 | 11                   | 01 | 11 | 00 | 11               | 01 | 11 | 00 | 11 | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#11     | 11    | 11 | 11                   | 11 | 11 | 10 | 11               | 11 | 11 | 10 | 11 | 00 | 11 | 10 |
| 슬롯#12     | 11    | 01 | 11                   | 01 | 11 | 00 | 11               | 01 | 11 | 00 | 11 | 01 | 11 | 11 |
| 슬롯#13     | 11    | 00 | 11                   | 00 | 11 | 01 | 11               | 00 | 11 | 01 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#14     | 11    | 01 | 11                   | 01 | 11 | 00 | 11               | 01 | 11 | 00 | 11 | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#15     | 11    | 00 | 11                   | 00 | 11 | 10 | 11               | 01 | 11 | 10 | 11 | 11 | 11 | 01 |
| 슬롯#16     | 11    | 01 | 11                   | 01 | 11 | 11 | 11               | 01 | 11 | 11 | 11 | 10 | 11 | 00 |

상기한 표 3에서 하향 링크의 프레임 동기화 사용되는 파일럿 심볼은 각 심볼 레이트의 전체 파일럿 심볼 중 음영 부분만이 프레임 동기화 위해 사용되는 것이며, 이를 제외한 다른 부분의 파일럿 심볼은 "1"의 값을 갖는다.

즉, 심볼 레이트가 16,32,64,128Ksps( $N_{\text{Pilot}}=8$ )인 경우의 예를 들면, 심볼#1과 심볼#3이 프레임 동기화 사용된다는 것이며, 따라서 한 슬롯당 프레임 동기화 위해 사용되는 파일럿 심볼은 4개이므로 결국 하나의 무선 프레임에서는 프레임 동기화 위해 64개( $4 \times 16$ )의 파일럿 심볼이 사용된다.

다음의 표 4은 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 포함된 파일럿 심볼의 패턴을 각각 다른 심볼 레이트에 따라 구분한 것으로, 심볼 레이트가 8ksps일 때 첫 번째 파일럿 심볼(심볼#1)의 I채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 C1, Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 C2라 하고, 심볼 레이트가 16,32,64,128ksps( $N_{Pilot}=8$ )일 때 첫 번째 파일럿 심볼(심볼#1)의 I채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 C1, Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 C2, 세 번째 파일럿 심볼(심볼#3)의 I채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 C3, Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 C4라 한다.

가지막으로 심볼 레이트가 256,512,1024ksps일 때는 첫 번째, 세 번째, 다섯 번째 및 일곱 번째 파일럿 심볼(심볼#1,심볼#3,심볼#5,심볼#7)의 각 I채널 지류 또는 각 Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스를 순서대로 C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8 라 한다.

표 4)

| 심볼 레이트                             | 파일럿 심볼 위치 번호(채널 지류 심볼#) | 종렬 시퀀스(Column Sequence) |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 8ksps( $N_{Pilot}=4$ )             | 1                       | I C1                    |
|                                    |                         | Q C2                    |
| 16,32,64,128ksps( $N_{Pilot}=8$ )  | 1                       | I C1                    |
|                                    |                         | Q C2                    |
|                                    | 3                       | I C3                    |
|                                    |                         | Q C4                    |
| 256,512,1024ksps( $N_{Pilot}=16$ ) | 1                       | I C1                    |
|                                    |                         | Q C2                    |
|                                    | 3                       | I C3                    |
|                                    |                         | Q C4                    |
|                                    | 5                       | I C5                    |
|                                    |                         | Q C6                    |
|                                    | 7                       | I C7                    |
|                                    |                         | Q C8                    |

다음은 심볼 레이트가 256,512,1024Ksps( $N_{Pilot}=8$ )인 경우, 하향 링크의 프레임 동기화를 위한 시퀀스들을 나열하였다.

$$C1=(\text{1 1 0 1 1 1 1 1} \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$$

$$C2=(\text{1 0 0 0 1 0 1 0} \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1)$$

$$C3=(\text{1 1 0 1 1 1 1 0} \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1)$$

$$C4=(\text{0 1 1 1 0 1 1 0} \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1)$$

$$C5=(\text{1 0 1 1 0 0 0 0} \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)$$

$$C6=(\text{1 1 1 0 0 1 0 1} \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0)$$

$$C7=(\text{0 1 0 0 0 0 1 1} \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0)$$

$$C8=(\text{1 1 1 0 1 0 0 1} \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0)$$

이와 같은 본 발명에서 새롭게 제안하는 프레임 동기를 위한 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 시퀀스들은  $(a, \frac{1}{a})$ 의 원리로 만든 것이다.

즉, 전축 8비트( $a$ )를 먼저 만들고, 후축 8비트( $\frac{1}{a}$ )는 전축 8비트에 보수를 취한 값으로 만든 것이다.

이들 시퀀스들을 사용하여 프레임 동기를 위한 상관 처리를 수행한 최종 결과는 "128 0 0 0 0 0 0 0 -128 0 0 0 0 0 0 0"이다.

표 5]

| 심볼<br>레이트 | 8Ksps |    | 16,32,64,128<br>Ksps |    |    |    | 256,512,1024Ksps |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-------|----|----------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 심볼#       | 0     | 1  | 0                    | 1  | 2  | 3  | 0                | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 슬롯#1      | 01    | 10 | 11                   | 00 | 00 | 11 | 11               | 00 | 00 | 10 | 11 | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#2      | 00    | 10 | 11                   | 01 | 00 | 11 | 11               | 01 | 00 | 11 | 11 | 01 | 00 | 00 |
| 슬롯#3      | 10    | 10 | 11                   | 11 | 00 | 01 | 11               | 11 | 00 | 01 | 11 | 11 | 00 | 10 |
| 슬롯#4      | 00    | 10 | 11                   | 01 | 00 | 11 | 11               | 01 | 00 | 11 | 11 | 10 | 00 | 11 |
| 슬롯#5      | 01    | 10 | 11                   | 00 | 00 | 10 | 11               | 00 | 00 | 10 | 11 | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#6      | 00    | 10 | 11                   | 01 | 00 | 11 | 11               | 01 | 00 | 11 | 11 | 10 | 00 | 00 |
| 슬롯#7      | 01    | 10 | 11                   | 11 | 00 | 10 | 11               | 11 | 00 | 10 | 11 | 00 | 00 | 01 |
| 슬롯#8      | 00    | 10 | 11                   | 10 | 00 | 11 | 11               | 10 | 00 | 11 | 11 | 01 | 00 | 00 |
| 슬롯#9      | 10    | 10 | 11                   | 11 | 00 | 01 | 11               | 11 | 00 | 01 | 11 | 00 | 00 | 01 |
| 슬롯#10     | 11    | 10 | 11                   | 10 | 00 | 00 | 11               | 10 | 00 | 00 | 11 | 10 | 00 | 11 |
| 슬롯#11     | 01    | 10 | 11                   | 00 | 00 | 10 | 11               | 00 | 00 | 10 | 11 | 00 | 00 | 01 |
| 슬롯#12     | 11    | 10 | 11                   | 10 | 00 | 00 | 11               | 10 | 00 | 00 | 11 | 01 | 00 | 00 |
| 슬롯#13     | 10    | 10 | 11                   | 11 | 00 | 01 | 11               | 11 | 00 | 01 | 11 | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#14     | 11    | 10 | 11                   | 10 | 00 | 00 | 11               | 10 | 00 | 01 | 11 | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#15     | 10    | 10 | 11                   | 00 | 00 | 01 | 11               | 00 | 00 | 01 | 11 | 10 | 00 | 10 |
| 슬롯#16     | 11    | 10 | 11                   | 01 | 00 | 00 | 11               | 01 | 00 | 00 | 11 | 10 | 00 | 11 |

상기한 표 5는 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 포함된 파일럿 심볼의 패턴을 나타낸 것으로, STTD를 고려하여 표 3의 파일럿 심볼 패턴을 변환한 것이다.

표 6]



| 심볼 레이트                             | 파일럿 심볼 위치 번호(채널 지류<br>심볼#) | 채널 지류 | 종렬 시퀀스(Column Sequence) |
|------------------------------------|----------------------------|-------|-------------------------|
| 3ksps( $N_{Pilot}=4$ )             | 0                          | I     | $\overline{C1}$         |
|                                    |                            | Q     | C2                      |
| 6,32,64,128ksps( $N_{Pilot}=8$ )   | 1                          | I     | $\overline{C3}$         |
|                                    |                            | Q     | C4                      |
|                                    | 3                          | I     | C1                      |
|                                    |                            | Q     | $\overline{C2}$         |
| 256,512,1024ksps( $N_{Pilot}=16$ ) | 1                          | I     | $\overline{C3}$         |
|                                    |                            | Q     | C4                      |
|                                    | 3                          | I     | C1                      |
|                                    |                            | Q     | $\overline{C2}$         |
|                                    | 5                          | I     | $\overline{C7}$         |
|                                    |                            | Q     | C8                      |
|                                    | 7                          | I     | C5                      |
|                                    |                            | Q     | $\overline{C6}$         |

표 6은 STTD를 고려한 파일럿 심볼 패턴을 각각 다른 심볼 레이트에 따라 구분한 것으로, 표 4에서 정의된 종렬 시퀀스를 기준으로 할 때 다음과 같은 종렬 시퀀스가 된다.

심볼 레이트가 8ksps( $N_{Pilot}=4$ )일 때 첫 번째 파일럿 심볼(심볼#0)에서 I채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스는 C1에 대한 1의 보수인  $\overline{C1}$ , Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스는 C2이다.

심볼 레이트가 16,32,64,128ksps( $N_{Pilot}=8$ )일 때 첫 번째 파일럿 심볼(심볼#1)에서 I채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스는 C3에 대한 1의 보수인  $\overline{C3}$ , Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스는 C4이고, 세 번째 파일럿 심볼(심볼#3)에서 I채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스는 C1, Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스는 C2에 대한 1의 보수인  $\overline{C2}$ 이다.

마지막으로 심볼 레이트가 256,512,1024ksps( $N_{Pilot}=16$ )일 때는 첫 번째, 세 번째, 다섯 번째 및 일곱 번째 파일럿 심볼(심볼#1, 심볼#3, 심볼#5, 심볼#7)의 각 I채널 지류 또는 각 Q채널 지류와 맵핑되는 종렬 시퀀스가 순서대로  $\overline{C3}$ , C4, C1,  $\overline{C2}$ ,  $\overline{C7}$ , C8, C5,  $\overline{C6}$ 이다.

표 5에서 심볼 레이트가 256,512,1024Ksps( $N_{Pilot}=16$ )인 경우, 하향 링크의 프레임 동기화를 위한 시퀀스들을 나열하면,

$$\overline{C3} = (\overline{0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1})\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0)$$

$$C4 = (\overline{0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0})\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1)$$

$$C1 = (\overline{1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1})\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$$

$$\overline{C2} = (\overline{0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1})\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0)$$

$$\overline{C7} = (\overline{1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0})\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1)$$

$$C8 = (\overline{1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1})\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0)$$

$$C5 = (\overline{1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0})\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1)$$

$$\overline{C6} = (\overline{0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0})\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1)$$

이며, 이 또한 표 3의 종렬 시퀀스와 동일한  $(a, \overline{a})$ 의 원리로 만든 것이다. 즉 전축 8비트( $a$ )를 먼저 만들고 후축 8비트( $\overline{a}$ )는 전축 8비트에 보수를 취한 값으로 만든 것이다.

이들 시퀀스들을 사용하여 프레임 동기를 위한 상관 처리를 수행한 최종 결과는 표 3의 종렬 시퀀스를 사용하여 상관 처리한 최종 결과와 동일 "128 0 0 0 0 0 0 0 -128 0 0 0 0 0 0 0"이다.

표 5는 본 발명에 따른 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)의 파일럿 심볼을 이용하는 프레임 동기를 위한 상관 처리 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 5에 도시된 하향 링크의 상관 처리 장치는 다음의 표 3 및 표 5에 나타난 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 포함된 파일럿 심볼 패턴에서 16,32,64,128Ksps( $N_{Pilot}=8$ )의 심볼 레이트의 파일럿 시퀀스를 사용할 경우를 예로써 나타낸 것이다.

여기서, 심볼 레이트의 단위는 "Ksps = (심볼  $\times 10^3$ )/초"이다.

본 발명에서도 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에서와 마찬가지로 하향 링크의 프레임 동기화에 사용되는 파일럿 심볼은 각 심볼 레이트의 전체 파일럿 심볼 중 음영 부분만이 프레임 동기를 위해 사용되는 것이며, 이를 제외한 다른 부분의 파일럿 심볼은 "1"의 값을 갖는다.

즉, 심볼 레이트가 16,32,64,128Ksps( $N_{Pilot}=8$ )인 경우의 예를 들면, 심볼#1과 심볼#3이 프레임 동기화에 사용된다는 것이며, 따라서 한 슬롯당 프레임 동기를 위해 사용되는 파일럿 심볼은 4개이므로, 결국 하나의 무선 프레임에서는 프레임 동기를 위해 64개( $4 \times 16$ )의 파일럿 심볼을 사용하게 된다.

상기에서 설명한 본 발명에 따른 파일럿 심볼 패턴을 사용하여 상관 처리한 결과는 도 6에 도시된 것과 같은 특성을 나타내며, 이에 대해서는 다음에 보다 상세히 설명한다.

그 밖에도 본 발명에서는 프레임 동기를 위한 상관 처리에 사용할 새로운 공통 제어 물리 채널(CCPCH)의 파일럿 심볼 패턴을 추가적으로 제안한다.

도 7은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 1차 공통 제어 물리 채널(PCCPCH : primary CCPCH)의 구조를 나타낸 도면이다.

1차 공통 제어 물리 채널(PCCPCH)은 브로드캐스트 채널(BCH : Broadcast Channel)을 나르는데 사용하는 하향 링크 물리 채널로써, 32Ksps의 고정 레이트(Fixed Rate)이며 256 확산 인자(SF : Spreading Factor)를 사용한다.

도 7에 도시된 바와 같이, 1차 공통 제어 물리 채널(PCCPCH)은 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)과 달리 전송 포맷 결합 표시자 비트(TFCI)나 전송 전력 제어 비트(TPC)를 전송하지 않으며, 단지 제어 정보는 상관 검출을 위해 요구되는 8비트의 공통 파일럿 비트(common pilot bits)만을 전송한다.

또한, 1차 공통 제어 물리 채널(PCCPCH)은 매 슬롯의 초기 시점 256칩 구간 동안 전송이 없으며, 대신에 이 구간 동안에는 1차 동기 채널(primary SCH)과 2차 동기 채널(secondary SCH)이 전송된다.

다음의 표 7은 1차 공통 제어 물리 채널(PCCPCH)에 대해 프레임 동기를 위한 파일럿 심볼의 패턴을 나타낸 것이다.

표 7]

| 심볼 레이트 | 32Ksps |    |    |    |
|--------|--------|----|----|----|
| 심볼#    | 0      | 1  | 2  | 3  |
| 슬롯#1   | 11     | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#2   | 11     | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#3   | 11     | 01 | 11 | 01 |
| 슬롯#4   | 11     | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#5   | 11     | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#6   | 11     | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#7   | 11     | 11 | 11 | 01 |
| 슬롯#8   | 11     | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#9   | 11     | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#10  | 11     | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#11  | 11     | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#12  | 11     | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#13  | 11     | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#14  | 11     | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#15  | 11     | 00 | 11 | 10 |
| 슬롯#16  | 11     | 01 | 11 | 11 |

다음의 표 8은 개방 루프 전송 다이버시티를 사용할 경우 STTD를 고려한 파일럿 패턴으로, 표 7의 파일럿 심볼 패턴을 STTD 인코딩 원리에 적용시켜 생성한 것이다.

특히 1차 공통 제어 물리 채널(PCCPCH)에서는 데이터 심볼만이 STTD 인코딩되며, 이에 따라 STTD를 고려한 파일럿 심볼 패턴이 표 8에 나타난 것이다.

표 8]

| 심볼 레이트 | 32Ksps |    |    |    |
|--------|--------|----|----|----|
| 심볼#    | 0      | 1  | 2  | 3  |
| 슬롯#1   | 11     | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#2   | 11     | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#3   | 11     | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#4   | 11     | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#5   | 11     | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#6   | 11     | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#7   | 11     | 11 | 00 | 10 |
| 슬롯#8   | 11     | 10 | 00 | 11 |
| 슬롯#9   | 11     | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#10  | 11     | 10 | 00 | 00 |
| 슬롯#11  | 11     | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#12  | 11     | 10 | 00 | 00 |
| 슬롯#13  | 11     | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#14  | 11     | 10 | 00 | 01 |
| 슬롯#15  | 11     | 00 | 00 | 01 |
| 슬롯#16  | 11     | 01 | 00 | 00 |

도 8 은 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 2차 공통 제어 물리 채널(SCCPCH : secondary CCPCH)의 구조를 나타낸 도면이다.

차 공통 제어 물리 채널(SCCPCH)은 순방향 액세스 채널(FACH : Forward Access Channel) 및 호출 채널(PCH : Paging Channel)을 나르는 데 사용하는 채널로써, 전송 포맷 결합 표시자 비트(TFCI)를 포함하는 형태와 이를 포함하지 않는 형태 두 가지가 존재한다.

전송 포맷 결합 표시자 필드(TFCI)는 다수 서비스를 동시에 제공할 수 있도록 지원하는 필드로써, 이 전송 포맷 결합 표시자 비트(TFCI)가 포함되어 있지 않으면 고정 레이트 서비스(Fixed-rate service)임을 의미하게 된다.

도 8에 도시된 2차 공률 제어 물리 채널(SCCPCH)은 전송 포맷 결합 표시자 비트(TFCI)를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있으므로 이미 설명한 하향 링크 전용 물리 채널(DPCH)과 같은 가변 레이트(Variable Rate)나 고정 레이트(Fixed Rate) 모두 가능하다.

다음의 표 9는 2차 공률 제어 물리 채널(SCCPCH)에 대한 여러 채널 정보를 나타내었다.

표 9]

| 채널 비트<br>레이트(Kbps) | 채널 심볼<br>레이트(Ksps) | 확산 인자(Spread-<br>ing Factor) | 프레임당 비트<br>수(bits/frame) | 슬롯당 비트<br>수(bits/slot) | 데이터비트<br>수(N <sub>data</sub> ) | 파일럿비트<br>수(N <sub>pilot</sub> ) | 전송 포맷 결합<br>표시자 비트수<br>(N <sub>TFCI</sub> ) |
|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|
| 32                 | 16                 | 256                          | 320                      | 20                     | 12                             | 8                               | 0   |
| 32                 | 16                 | 256                          | 320                      | 20                     | 10                             | 8                               | 2   |
| 64                 | 32                 | 128                          | 640                      | 40                     | 32                             | 8                               | 0   |
| 64                 | 32                 | 128                          | 640                      | 40                     | 30                             | 8                               | 2   |
| 128                | 64                 | 64                           | 1280                     | 80                     | 72                             | 8                               | 0   |
| 128                | 64                 | 64                           | 1280                     | 80                     | 64                             | 8                               | 8   |
| 256                | 128                | 32                           | 2560                     | 160                    | 152                            | 8                               | 0   |
| 256                | 128                | 32                           | 2560                     | 160                    | 144                            | 8                               | 8   |
| 512                | 256                | 16                           | 5120                     | 320                    | 304                            | 16                              | 0   |
| 512                | 256                | 16                           | 5120                     | 320                    | 296                            | 16                              | 8   |
| 1024               | 512                | 8                            | 10240                    | 640                    | 624                            | 16                              | 0   |
| 1024               | 512                | 8                            | 10240                    | 640                    | 616                            | 16                              | 8   |
| 2048               | 1024               | 4                            | 20480                    | 1280                   | 1264                           | 16                              | 0   |
| 2048               | 1024               | 4                            | 20480                    | 1280                   | 1256                           | 16                              | 8   |

다음의 표 10은 2차 공률 제어 물리 채널(SCCPCH)에 대해 프레임 동기를 위한 파일럿 심볼 패턴을 나타낸 것이다.

표 10]

| 심볼#   | 0  | 1  | 2  | 3  |
|-------|----|----|----|----|
| 슬롯#1  | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#2  | 11 | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#3  | 11 | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#4  | 11 | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#5  | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#6  | 11 | 10 | 11 | 11 |
| 슬롯#7  | 11 | 11 | 11 | 01 |
| 슬롯#8  | 11 | 10 | 11 | 00 |
| 슬롯#9  | 11 | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#10 | 11 | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#11 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 슬롯#12 | 11 | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#13 | 11 | 00 | 11 | 01 |
| 슬롯#14 | 11 | 01 | 11 | 00 |
| 슬롯#15 | 11 | 00 | 11 | 10 |
| 슬롯#16 | 11 | 01 | 11 | 11 |

표 11에는 길이가 16인 4가지 종렬 시퀀스(Column Sequence)를 각 파일럿 심볼 위치 번호(심볼#)의 I채널 지류 및 Q채널 지류와 맵핑시킬 때 이들 종렬 시퀀스를 C1, C2, C3, C4라 하였다.

표 11]

| 파일럿 심볼 위치 번호(심볼#) | 채널 지류 | 종렬 시퀀스(Column Sequence) |
|-------------------|-------|-------------------------|
| I                 | I     | C1                      |
|                   | Q     | C2                      |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3 | I | C3 |
|   | Q | C4 |

다음의 표 12은 STTD를 고려한 것으로, 표 10의 파일럿 심볼 패턴을 STTD 인코딩 원리에 적용시켜 생성한 것이다.

이는 개방 루프 전송 다이버시티를 사용할 경우 STTD를 고려한 파일럿 패턴이다.

표 12]

| 심볼#   | 0  | 1  | 2  | 3  |
|-------|----|----|----|----|
| 슬롯#1  | 11 | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#2  | 11 | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#3  | 11 | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#4  | 11 | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#5  | 11 | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#6  | 11 | 01 | 00 | 11 |
| 슬롯#7  | 11 | 11 | 00 | 10 |
| 슬롯#8  | 11 | 10 | 00 | 11 |
| 슬롯#9  | 11 | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#10 | 11 | 10 | 00 | 00 |
| 슬롯#11 | 11 | 00 | 00 | 10 |
| 슬롯#12 | 11 | 10 | 00 | 10 |
| 슬롯#13 | 11 | 11 | 00 | 01 |
| 슬롯#14 | 11 | 10 | 00 | 00 |
| 슬롯#15 | 11 | 00 | 00 | 01 |
| 슬롯#16 | 11 | 01 | 00 | 00 |

기와 같이 STTD가 고려된 공통 제어 물리 채널(CCPCH)의 파일럿 심볼 패턴을 사용하여 프레임 동기를 위한 상관 처리를 수행한 최종 결과는 앞에서 기술된 하향 링크의 전용 물리 채널(DPCH)에서의 상관 결과와 동일한 특성을 보인다.

즉, 도 6에 도시된 것과 같은 특성을 나타낸다.

이하, 지금까지 설명한 하향 링크 전용 물리 채널(Downlink DPCH) 및 공통 제어 물리 채널(CCPCH)의 각 파일럿 심볼 패턴에 대해 종합하고, 본 발명의 파일럿 패턴을 사용하여 프레임 동기를 이루는 절차를 설명한다.

표 13은 앞에서 설명한 하향 링크 전용 물리 채널(Downlink DPCH) 및 공통 제어 물리 채널(CCPCH)의 각 파일럿 심볼 패턴에 있어 기본이 되는 종렬 시퀀스들(C1~C8)을 종합한 것이며, 각 종렬 시퀀스를 이용한 1차 상관 처리 결과도 동시에 나타내었다.

표 13]

| 종렬 시퀀스                | 상관 결과 [ $r_x(1) \sim r_x(16)$ ]        |
|-----------------------|--|
| C1=(1101111100100000) | 16 4 0 4 0 -4 0 -4 -16 -4 0 -4 0 4 0 4 |
| C2=(1000101001110101) | 16 -4 0 -4 0 4 0 4 -16 4 0 4 0 -4 0 -4 |
| C3=(1101110000100011) | 16 4 0 -4 0 4 0 -4 -16 -4 0 4 0 -4 0 4 |
| C4=(0111011010001001) | 16 -4 0 4 0 -4 0 4 -16 4 0 -4 0 4 0 -4 |
| C5=(1011000001001111) | 16 4 0 4 0 -4 0 -4 -16 -4 0 -4 0 4 0 4 |
| C6=(1110010100011010) | 16 -4 0 -4 0 4 0 4 -16 4 0 4 0 -4 0 -4 |
| C7=(0100001110111100) | 16 4 0 -4 0 4 0 -4 -16 -4 0 4 0 -4 0 4 |
| C8=(1110100100010110) | 16 -4 0 4 0 -4 0 4 -16 4 0 -4 0 4 0 -4 |

표 13을 살펴보면 1차 상관 처리 결과(도 5의  $A_1, A_2, A_3, A_4$  지점에서)가 서로 동일한 종렬 시퀀스별로 아래의 4개(E,F,G,H)의 클래스(Class)로 나눌 수 있다.

$$E=\{C1, C5\}, F=\{C2, C6\}, G=\{C3, C7\}, H=\{C4, C8\}$$

표 14]

| $r(\tau) \setminus \tau$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|

|             |    |    |   |    |   |    |   |    |     |    |   |    |   |    |   |    |
|-------------|----|----|---|----|---|----|---|----|-----|----|---|----|---|----|---|----|
| $R_E(\tau)$ | 16 | 4  | 0 | 4  | 0 | -4 | 0 | -4 | -16 | -4 | 0 | -4 | 0 | 4  | 0 | 4  |
| $R_F(\tau)$ | 16 | -4 | 0 | -4 | 0 | 4  | 0 | 4  | -16 | 4  | 0 | 4  | 0 | -4 | 0 | -4 |
| $R_G(\tau)$ | 16 | 4  | 0 | -4 | 0 | 4  | 0 | -4 | -16 | -4 | 0 | 4  | 0 | -4 | 0 | 4  |
| $R_H(\tau)$ | 16 | -4 | 0 | 4  | 0 | -4 | 0 | 4  | -16 | 4  | 0 | -4 | 0 | 4  | 0 | -4 |

표 14는 상기한 각 클래스별로 상관 결과값 ' $R(\tau)$ '를 나타낸 것이다.

표 14에 나타난 값을 근거로 하여 다음과 같은 각 클래스별 상관 결과값들의 몇 가지 관계를 도출할 수 있다.

수학식 1

$$R_E(\tau) = R_F(\tau) = R_G(\tau) = R_H(\tau) \text{ (단 } \tau \text{가 짝수일 때)}$$

수학식 2

$$R_E(\tau) = -R_F(\tau), R_G(\tau) = -R_H(\tau) \text{ (단 } \tau \text{가 홀수일 때)}$$

수학식 3

$$R_i(\tau) + R_i(\tau+8) = 0, i \in \{E, F, G, H\}, (\text{모든 } \tau \text{에 대해})$$

상기한 식 1, 식 2 및 식 3으로부터 다음의 식 4를 얻어낼 수 있다.

수학식 4

$$R_E(\tau) + R_F(\tau) = R_G(\tau) + R_H(\tau), (\text{모든 } \tau \text{에 대해})$$

표 14와 식 4에서 각각  $R_E(\tau) + R_F(\tau)$  및  $R_G(\tau) + R_H(\tau)$ 에 의해 알 수 있듯이, 무선 프레임에 대한 2차 상관 처리 결과(도 5의 A 지점에서)는 ' $\tau=0$ '인 지점에서 최대값 ' $R(\tau)=32$ '을 갖고, ' $\tau=N/2$ '인 지점에서는 극성이 반대이고 동일한 크기의 최대값 ' $R(\tau) = -32$ '을 갖는다. 또한 ' $\tau=0$ '과 ' $\tau=N/2$ ' 지점을 제외한 나머지 자연 지점, 즉 사이드로브(Sidelobe)에서 상관 처리 결과값은 '0'이다.

또한 본 발명에서는 프레임 동기를 위해 제안된 파일럿 패턴으로부터 아래와 같은 파생된 결과식을 얻어낼 수 있다.

수학식 5

$$\sum_{i=1}^{2\alpha} R_i(\tau) = \alpha \cdot [R_E(\tau) + R_F(\tau)], (\text{단, } 1 \leq \alpha \leq 4)$$

여기서,  $R_i(\tau)$ 는 종렬 시퀀스(C1~C8)를 사용한 상관 결과값이다.

추가로 상기에서 나열된 식들로부터 다음의 결과식을 얻을 수 있게 된다.

수학식 6

$$[R_E(\tau) + R_F(\tau) + R_G(\tau) + R_H(\tau)] = 2[R_E(\tau) + R_F(\tau)]$$

따라서 식 6에 따른 무선 프레임에 대한 최종 상관 처리 결과(도 5의 B지점에서)는 ' $\tau=0$ '인 지점에서 최대값 ' $R(\tau)=64$ '을 갖고, ' $\tau=N/2$ '인 지점에서는 극성이 반대이고 동일한 크기의 최대값 ' $R(\tau) = -64$ '을 갖는다. 또한 ' $\tau=0$ '과 ' $\tau=N/2$ ' 지점을 제외한 나머지 자연 지점, 즉 사이드로브(Sidelobe)에서 상관 처리 결과값은 '0'이 된다.

결국 본 발명에서 제안한 파일럿 패턴을 이용하여 프레임 동기를 위한 상관 처리 절차를 수행하게 되면, 프레임 동기시 한 프레임에 대한 상관 주기마다 두 번의 프레임 동기 확인이 가능하기 때문에 프레임 동기를 빠른 시간에 성공시킬 수 있게 된다.

도 9는 본 발명에 따른 파일럿 심볼 패턴의 상관 처리 결과를 비교한 그래프이다.

도 9a는 8Ksps( $N_{\text{Pilot}}=4$ )의 심볼 레이트를 갖는 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 대한 2차 상관 처리 결과(도 5의 A지점에서)를 현재 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 상관 처리 결과와 성능 비교한 것이다.

도 9a에서 알 수 있듯이 자연이 '0'인 지점과 '8'인 지점에서 상관 결과가 양(+)의 최대값 및 음(-)의 최대값을 갖게 되며, 그 밖의 사이드로브에서는 상관 결과가 '0'이라는 것을 알 수 있다.

도 9b는 16, 32, 64, 128Ksps(N

$N_{Pilot} = 8$ )의 심볼 레이트를 갖는 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH) 및 2차 공통 제어 물리 채널(SCCPCH)에 대한 최종 상관 처리 결과(도 5의 B지점에서)를 현재 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 상관 처리 결과와 성능 비교한 것이며, 도 9c는  $256.512.1024Ksps(N_{Pilot} = 16)$ 의 심볼 레이트를 갖는 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 대한 최종 상관 처리 결과를 현재 3GPP 무선 접속 네트워크(RAN) 규격에 따른 상관 처리 결과와 성능 비교한 것이다.

결과 도 9를 살펴보면, 지연이 "0"인 지점과 "8"인 지점에서 상관 결과가 서로 다른 극성의 최대값을 나타내며, 그 밖의 사이드로브에서는 상관 결과가 "0"을 나타낸다.

다음은 본 발명에 따른 하향 링크에서의 프레임 동기 절차이다.

사용자측(UE : User Equipment)에서는 네트워크측에서 알려준 1차 공통 제어 물리 채널(PCPCH)의 동기화 타이밍, 프레임 오프셋 그룹 및 슬롯 오프셋 그룹을 근거로 하여 하향 링크 채널의 칩 동기 및 프레임 동기를 획득한다.

이 때 동기 획득을 위해서는 본 발명에서 제안한 파일럿 심볼 패턴을 사용하여 프레임 동기 확인을 거치게 된다.

하향 링크 채널의 프레임 동기 절차를 보다 상세하게 설명하면, 먼저 사용자측(UE)은 칩 동기 실패를 확인하여 일단 초기 칩 동기기에 의한 프레임 동기를 획득한다.

이 때 사용자측(UE)은 1차 공통 제어 물리 채널(PCPCH)의 타이밍을 이용하여, 또한 네트워크측에서 알려준 프레임 오프셋 정보 및 슬롯 오프셋 정보를 이용하는데 이를 위해 사용자측(UE)은 네트워크측으로부터 프레임 오프셋 그룹(frame offset group)과 슬롯 오프셋 그룹(slot offset group)을 수신한다.

사용자측(UE)은 칩 동기기에 의한 프레임 동기가 초기 획득되면, 본 발명에서 제안한 파일럿 심볼 패턴을 이용하여 상기 획득된 프레임 동기를 확인하게 된다.

즉, 사용자측(UE)은 파일럿 심볼 패턴의 상관 결과값에 따라 프레임 동기가 어긋났는지의 여부를 계속 확인한다.

이 때 만약 칩 동기는 획득했지만 프레임 동기가 어긋나는 경우가 발생할 수 있는데, 본 발명에서는 프레임 동기가 어긋났을 경우에 다시 칩 동기 실패를 확인하여 최종 칩 동기 및 프레임 동기를 이루게 된다.

도 10에는 본 발명의 파일럿 심볼 패턴을 사용함에 따른 성능 비교를 그래프로 나타내었다.

도 10a는 AWGN 채널을 통하는  $8Ksps(N_{Pilot} = 4)$  심볼 레이트의 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 대해, 프레임 동기 검출 확률을 나타내었다.

도 10b는 AWGN 채널을 통하는  $8Ksps(N_{Pilot} = 4)$  심볼 레이트의 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 대해, 프레임 동기 검출시 오동작 확률을 나타내었다.

도 10c는 AWGN 채널을 통하는  $8Ksps(N_{Pilot} = 4)$  심볼 레이트의 하향 링크 전용 물리 제어 채널(DPCCH)에 대해, 프레임 동기 확정(frame synchronization confirmation) 확률을 나타내었다.

#### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에서는 다음과 같은 효과를 얻어낼 수 있게 된다.

첫째, 본 발명에서 새롭게 제안한 최적의 파일럿 심볼을 사용함으로써 프레임 동기화를 이루는데 있어 동기를 두 번 확인할 수 있는 이중 체크가 가능하여 정확한 프레임 동기를 실현할 수 있으며, 특히 프레임 동기를 빠른 시간에 성공시킬 수 있으므로 동기화를 위한 탐색 시간을 줄일 수 있다.

둘째, 본 발명에서 새롭게 제안한 최적의 파일럿 심볼을 사용하게 되면, 프레임 동기를 위한 수신측의 상관 처리 장치를 보다 간단하게 구성할 수도 있으므로, 수신 장치의 전체 복잡도를 줄일 수 있다.

셋째, 본 발명의 프레임 동기 절차에서 프레임 동기가 실패했을 경우 이에 대해 능동적으로 대처할 수 있으므로, 보다 정확한 프레임 동기가 가능해진다.

#### 57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

복수개의 전송 다이버시티 안테나를 사용하는 통신 시스템에서, 각각의 상관 처리 주기 동안 서로 다른 극성인 이중의 최대 상관값을 나타내며 상기 최대 상관값이 나타나는 지점을 제외한 나머지 상관 처리 주기에서 서로 상쇄되는 상관 특성을 나타내는 복수개의 파일럿 심볼 패턴을 이용하여 통신 링크상의 무선 프레임에 대한 동기를 확인하는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

##### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 복수개의 파일럿 심볼 패턴은, 전송 다이버시티를 고려하여 하향 링크 전용 물리 채널에 대한 프레임 동기기에 이용되는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

##### 청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 전송 다이버시티를 고려한 파일럿 심볼 패턴은 공간적 또는 시간적 블록 코딩이 적용되는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

##### 청구항 4.

전송 다중화를 기본으로 하는 하향 링크 채널을 통해 수신된 오프셋 정보를 이용하여 초기 프레임 동기를 획득하는 단계와;

전송 다중화를 고려한 미리 설정된 파일럿 시퀀스를 이용하여 상기 획득한 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 단계와;

상기 확인 결과에 따라 상기 프레임 동기를 최종 확정하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

#### 청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 단계에서, 프레임 동기가 어긋났다고 판단될 경우, 상기 초기 프레임 동기 획득 단계를 다시 수행하는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

#### 청구항 6.

제 4 항에 있어서, 상기 최종 프레임 동기 확정 단계 이후 수신되는 각 프레임 단위로 상기 프레임 동기 확인 절차를 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

#### 청구항 7.

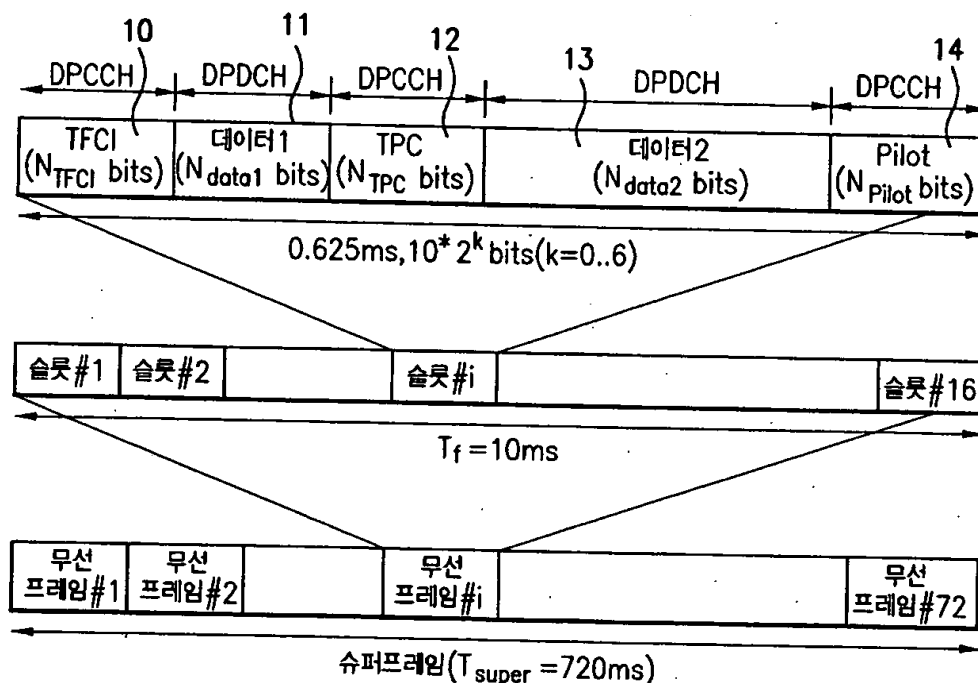
제 4 항에 있어서, 상기 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 단계는, 상기 파일럿 시퀀스를 사용한 상관 처리 결과를 관찰하여 프레임 동기의 성공 여부를 확인하는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

#### 청구항 8.

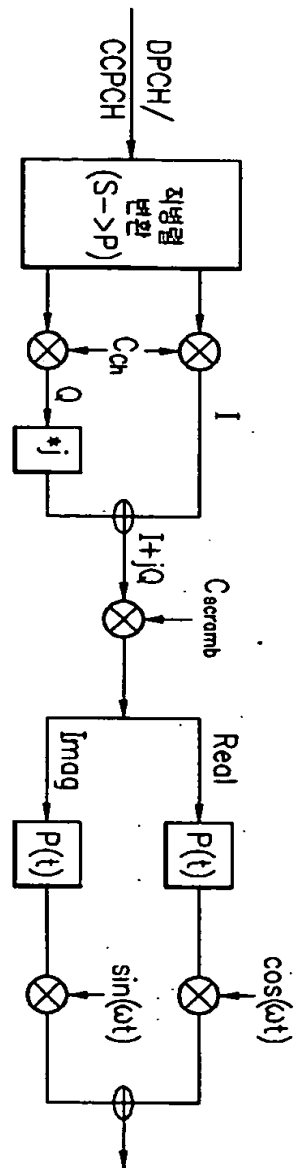
제 7 항에 있어서, 상기 상관 처리 결과가, 상관 처리 주기의 시작 지점과 중간 지점에서 서로 다른 극성의 최대 상관값을 나타내며, 동시에 이들 지점을 제외한 사이드로브에서는 "0"의 상관값을 나타낼 경우에 프레임 동기 성공으로 판단하는 것을 특징으로 하는 최적의 파일럿 심볼을 이용한 프레임 동기 방법.

도면

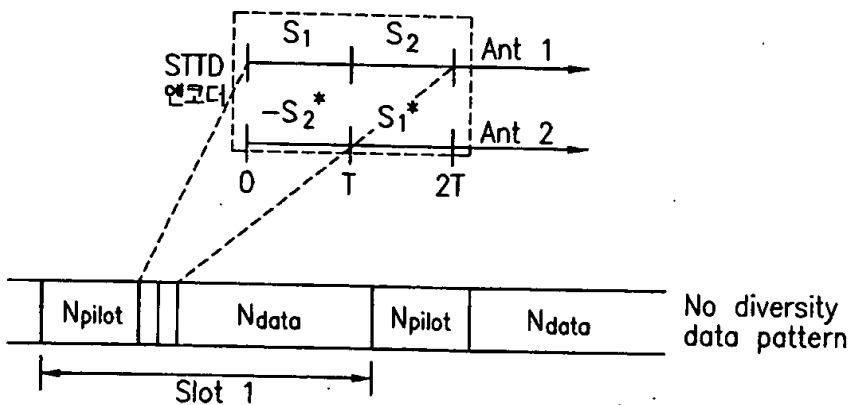
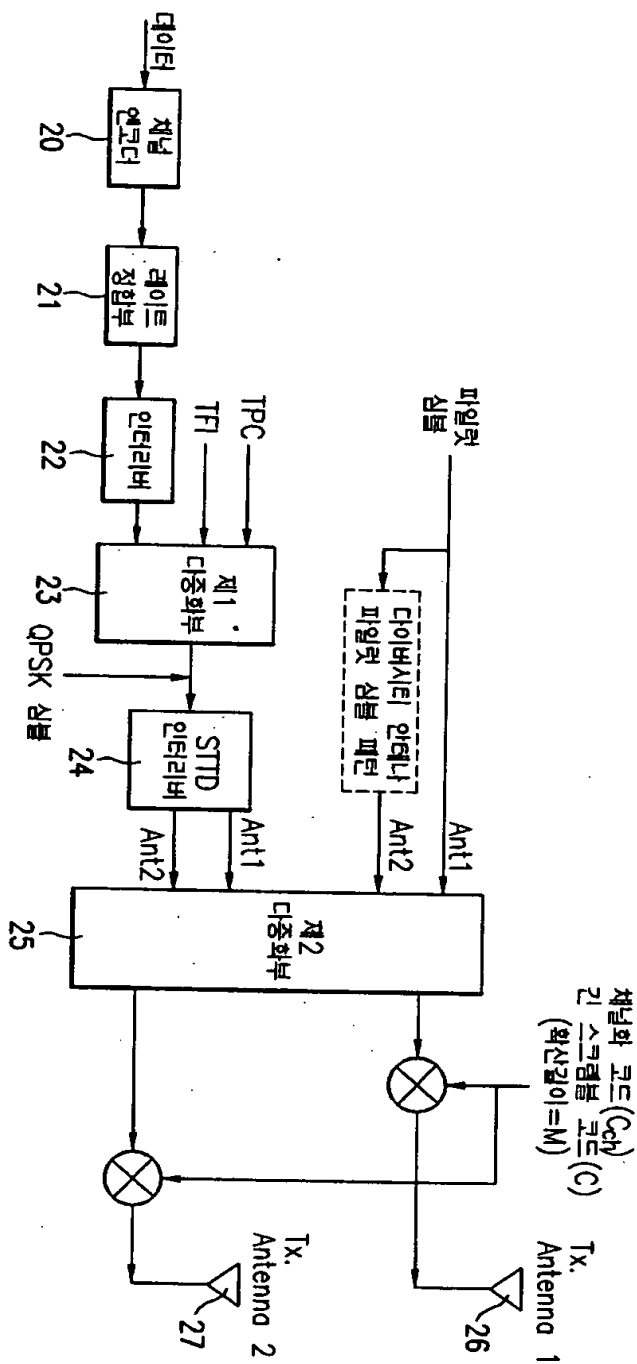
도면 1





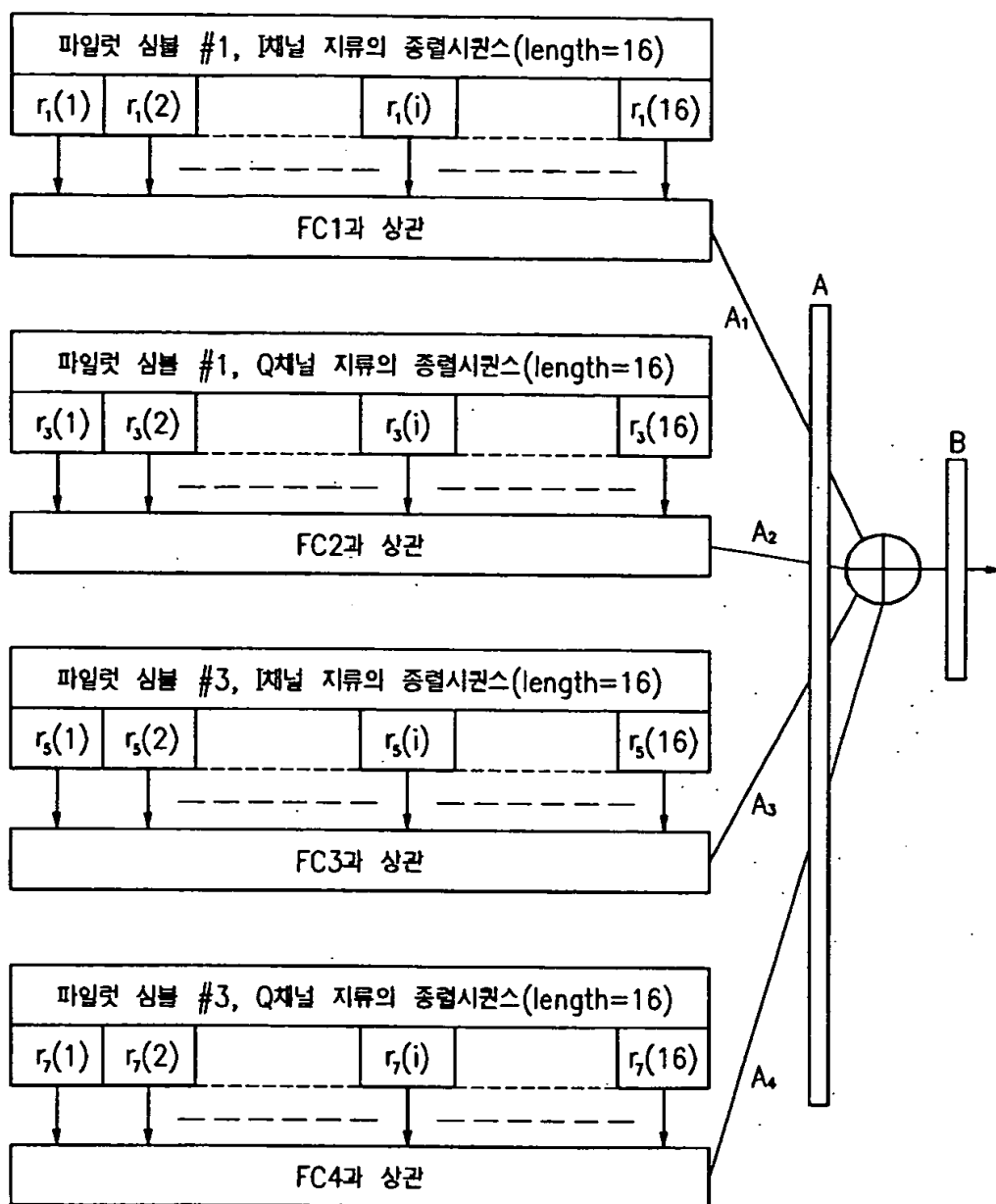


도면 3

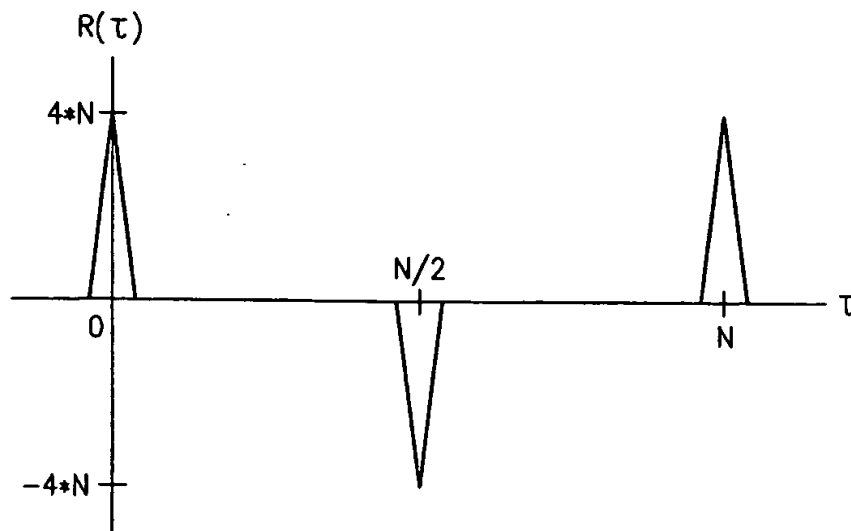


도면 4

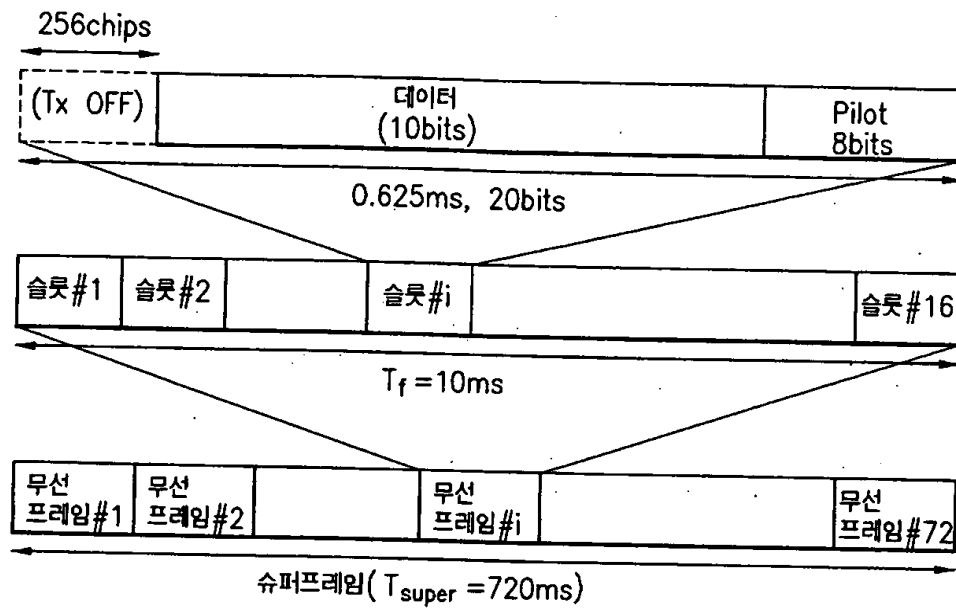
도면 5



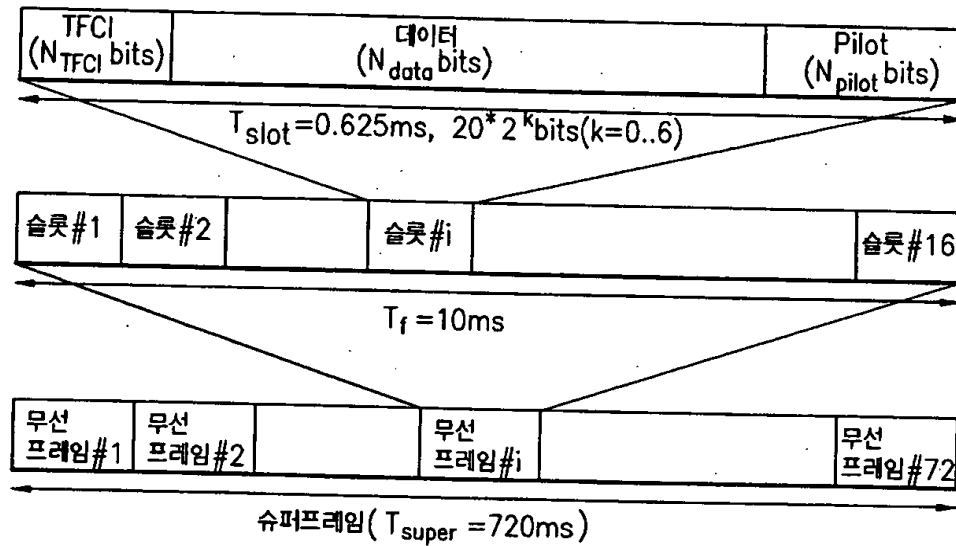
도면 6



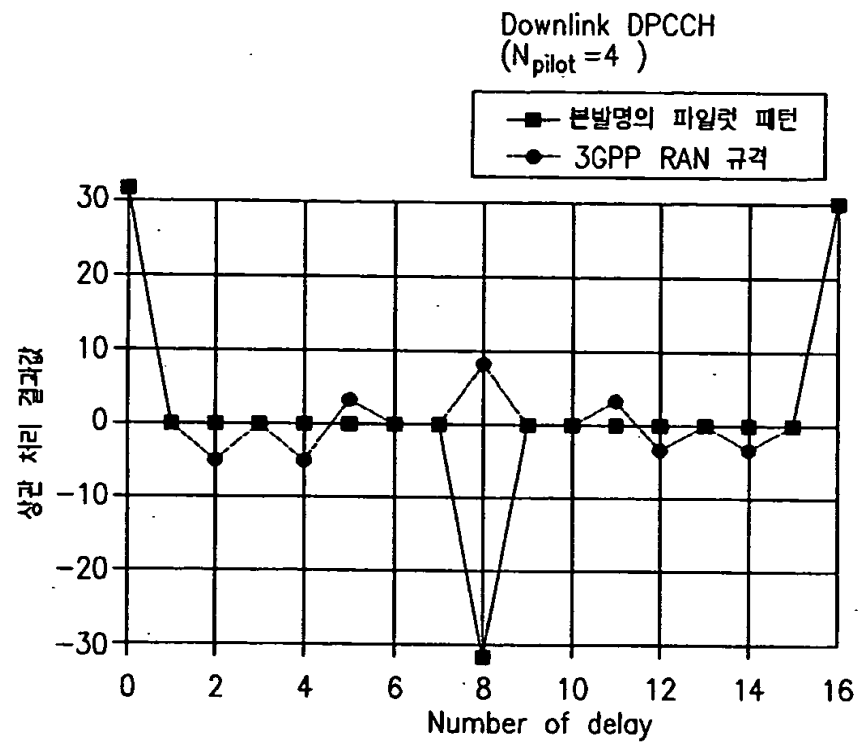
도면 7



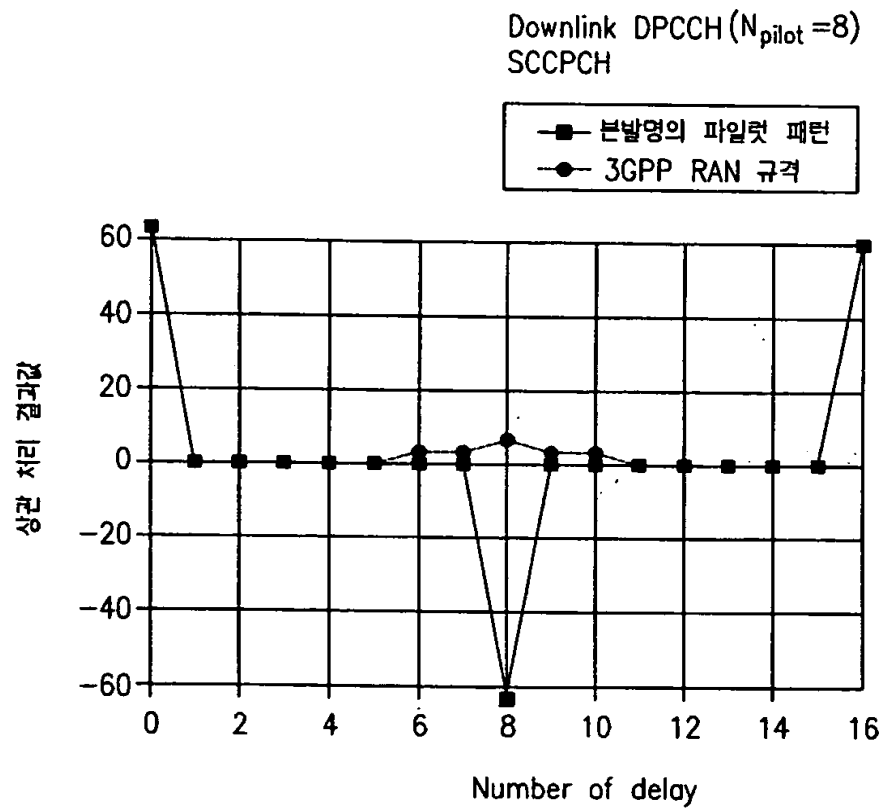
도면 8



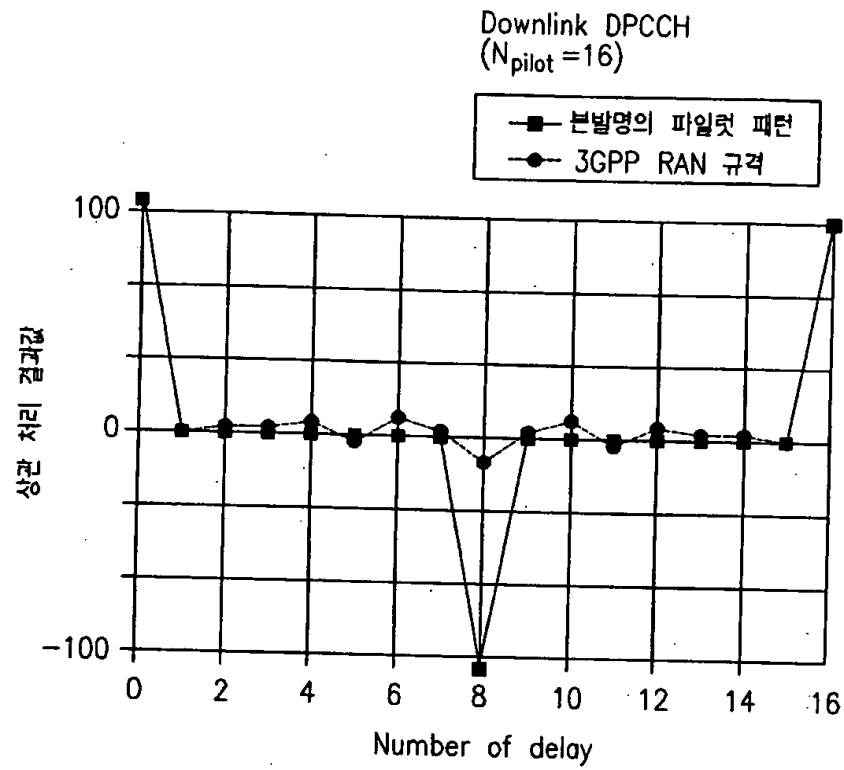
도면 9a



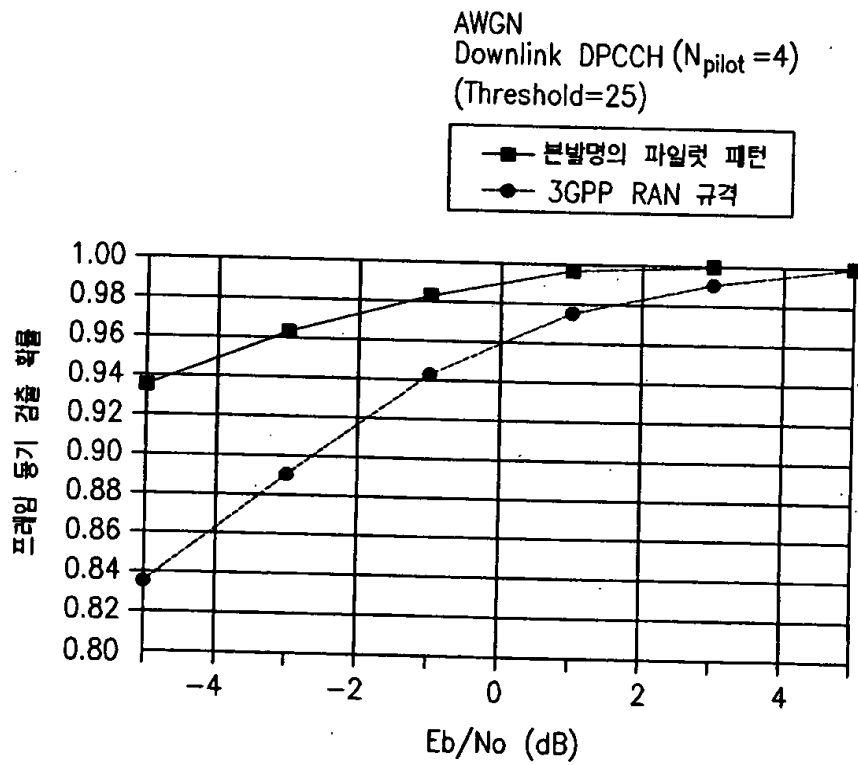
도면 9b



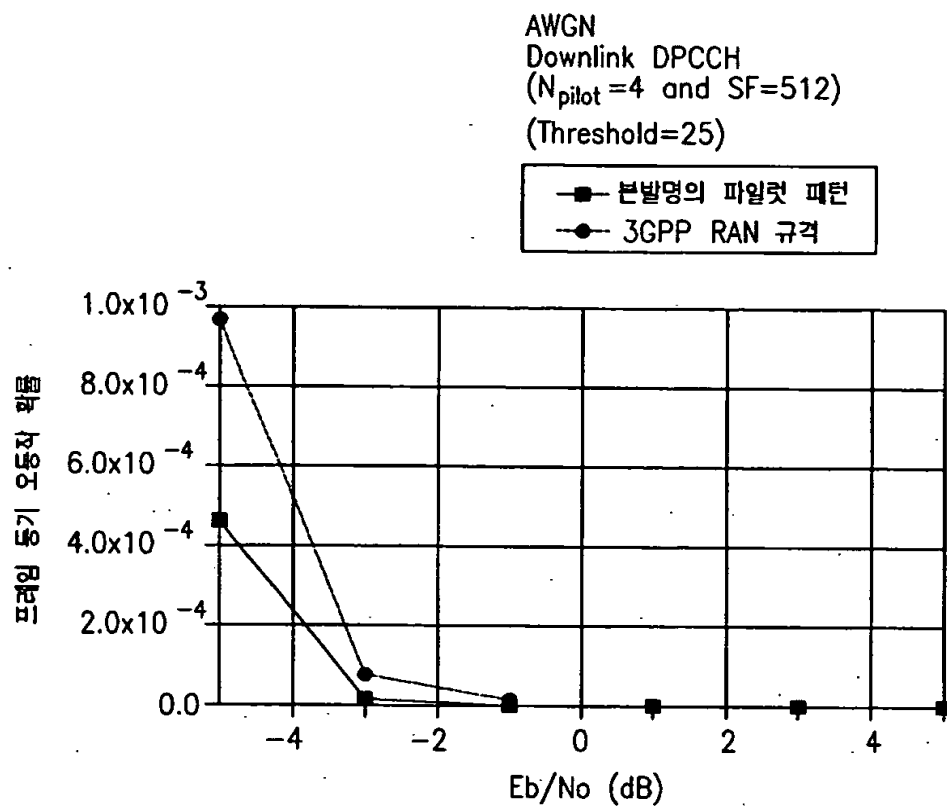
도면 9c



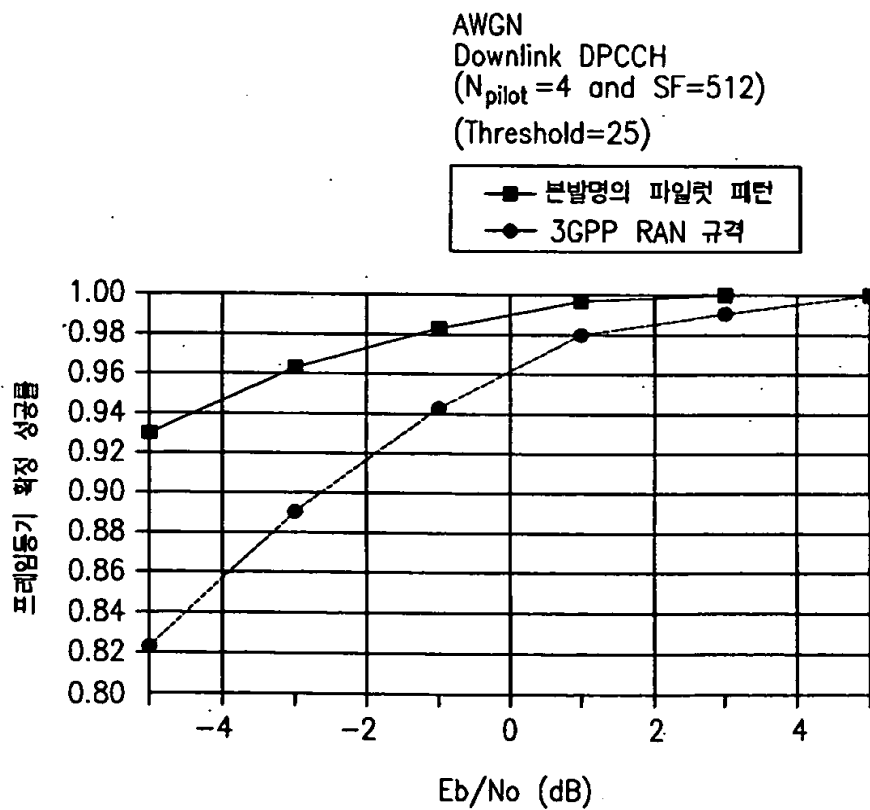
도면 10a



도면 10b



도면 10c



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**